

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-021520

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

G01N 27/22

(21)Application number : 11-198190

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS
LTD

(22)Date of filing : 12.07.1999

(72)Inventor : HIRONO ATSUYUKI
MORI HIDEO

(54) CAPACITANCE TYPE MOISTURE QUANTITY SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a capacitance type moisture quantity sensor in which the output frequency of an oscillation circuit does not change by the change of a circuit pattern.

SOLUTION: A sensing capacitor C_x is arranged close to an object whose moisture quantity is to be measured.

The output frequency of an oscillation circuit is changed according to the change of the capacitance of the sensing capacitor C_x corresponding to the moisture quantity of the object, and the output frequency of the oscillation circuit is converted into a voltage by a

frequency-voltage conversion circuit. Electrode pattern 2,

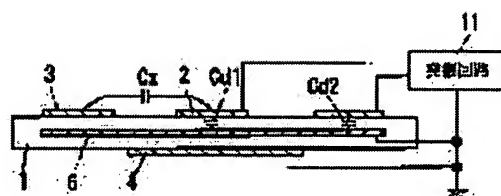
3 forming the sensing capacitor C_x are formed on one

surface of a substrate 1, and a circuit pattern 4 for the

oscillation circuit and the frequency-voltage conversion circuit is formed on the other surface.

An intermediate conductive layer 6 interposed between the electrode patterns 2, 3 and the surface on which the circuit pattern 4 is formed, and connected to the circuit ground is arranged inside the substrate 1. Thereby, the fluctuation of the output frequency of the

oscillation circuit 11 is suppressed by capacity components C_{d1} , C_{d2} between the electrode patterns 2, 3 and the intermediate conductive layer 6.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-21520

(P2001-21520A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int. Cl.
G 0 1 N 27/22

識別記号

F I
G 0 1 N 27/22テ-ミ-ド (参考)
Z 2 G 0 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-198190

(22) 出願日 平成11年7月12日 (1999.7.12)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 広野 淳之

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 森 秀夫

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 憲清 (外1名)

Pターム(参考) 2G060 AA01 AC01 AE40 AF10 AG06

CA04 EB04 GA01 HA02 HB03

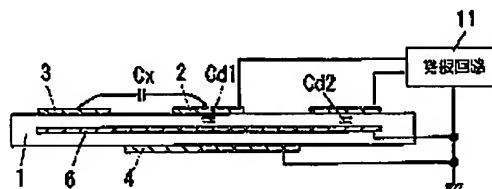
HE10 JA03 KA05

(54) 【発明の名称】 静電容量式水分量センサ

(57) 【要約】

【課題】 回路パターンの変更による発振回路の出力周波数の変化がない静電容量式水分量センサを提供する。

【解決手段】 センサ用コンデンサCxは水分量を測定する対象物に近接配置される。対象物の水分量に応じたセンサ用コンデンサの静電容量の変化に応じて発振回路の出力周波数を変化させ、発振回路の出力周波数を周波数-電圧変換回路により電圧に変換する。基板1の一面にはセンサ用コンデンサCxを形成する電極パターン2、3が形成され、他面には発振回路および周波数-電圧変換回路の回路パターン4が形成される。基板1内には電極パターン2、3と回路パターン4を形成した面との間に介在し、かつ回路グラウンドに接続された中間導電層6が配置される。電極パターン2、3と中間導電層6との間の容量成分Cd1、Cd2により発振回路11の出力周波数の変動が抑制される。



1 基板
2, 3 電極パターン
4 回路パターン
6 中間導電層
11 発振回路
Cd1, Cd2 容量成分
Cx センサ用コンデンサ

(2)

特開2001-21520

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水分量を測定する対象物に近接配置されるセンサ用コンデンサと、前記対象物の水分量に応じたセンサ用コンデンサの静電容量の変化に応じて出力周波数に変化する共振回路と、共振回路の出力周波数に応じた電圧を出力する周波数-電圧変換回路と、センサ用コンデンサを形成する電極パターンが一面に形成されるとともに他面に共振回路および周波数-電圧変換回路の回路パターンが形成された絶縁材料からなる基板とを備え、前記基板内には電極パターンと回路パターンを形成した面との間に介在するとともに共振回路において出力周波数への影響の少ない部位に電気的に接続された中間導電層が配置されて成ることを特徴とする静電容量式水分量センサ。

【請求項2】 前記共振回路が、センサ用コンデンサと直列接続されるインダクタンス素子と、インダクタンス素子と並列接続された第1のコンデンサと、センサ用コンデンサとインダクタンス素子との直列回路に並列接続される第2および第3のコンデンサの直列回路と、センサ用コンデンサと第2のコンデンサとの接続点が入力端に接続され第2および第3のコンデンサの接続点が出力端に接続される増幅器とからなり、インダクタンス素子と第3のコンデンサとの接続点電位を接地電位とするクラップ形共振回路であることを特徴とする請求項1記載の静電容量式水分量センサ。

【請求項3】 前記中間導電層は前記共振回路の接地電位に保たれることを特徴とする請求項1または請求項2記載の静電容量式水分量センサ。

【請求項4】 2個の中間導電層を有し、第1の中間導電層を前記共振回路の接地電位に保ち、第2の中間導電層を前記増幅器の出力端に接続するようにし、電極パターンと第1の中間導電層との間の容量成分を第1のコンデンサとして用い、電極パターンと第2の中間導電層との間の容量成分を第2のコンデンサとして用いることを特徴とする請求項2記載の静電容量式水分量センサ。

【請求項5】 3個の中間導電層を有し、第1の中間導電層を前記共振回路の接地電位に保ち、第2の中間導電層を前記増幅器の出力端に接続し、第3の中間導電層を第2の中間導電層と回路パターンが形成された面との間に配置して前記共振回路の接地電位に保つようにし、電極パターンと第1の中間導電層との間の容量成分を第1のコンデンサとして用い、電極パターンと第2の中間導電層との間の容量成分を第2のコンデンサとして用い、第2の中間導電層と第3の中間導電層との間の容量成分を第3のコンデンサとして用いることを特徴とする請求項2記載の静電容量式水分量センサ。

【請求項6】 センサ用コンデンサは、第1の電極パターンの周囲を全周に亘って第2の電極パターンにより囲んだ形で形成されていることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の静電容量式水分量セン

サ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水分量を検出する対象物にセンサ用コンデンサを近接配置し、センサ用コンデンサを構成要素とする共振回路を用いて、センサ用コンデンサの容量変化を共振回路の出力周波数の変化として取り出すようにした静電容量式水分量センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、水分量を検出する技術として、対象物に近接配置された一対の電極間の静電容量を測定し、静電容量を水分量に換算することが考えられている。これは、空気の比誘電率が1であるのに対して水の比誘電率が80程度であることを利用したものである。

【0003】静電容量の変化を測定する技術としては、この静電容量を共振回路の出力周波数の決定要素に用いる技術がある。つまり、水分量の変化を共振回路の出力周波数の変化として検出するのである。ただし、周波数の変化は測定値として扱いにくいから、周波数-電圧変換回路によって共振回路の出力周波数を電圧に変換することによって水分量を電圧値に変換することが考えられている。

【0004】ところで、対象物の水分量に応じて静電容量が変化するコンデンサ（以下、センサ用コンデンサという）を形成するにあたって印刷配線基板の表裏の一面にセンサ用コンデンサとなる電極パターンを設け、印刷配線基板の他面に共振回路や周波数-電圧変換回路などを実装する回路パターンを設けることが考えられている。つまり、両面印刷配線基板を用い絶縁材料からなる基板の一面に電極パターンを形成し、他面に回路パターンを形成するのである。この構成を採用すれば、水分量を検出するセンサ部分と水分量に応じた電圧を出力する回路部分とを一つの部材として扱うことができ、水分量センサを他の装置に組み込む際の扱いが容易になる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のように電極パターンと回路パターンとを基板の表裏に形成すると、電極パターンと回路パターンとの間に容量成分が生じるから、回路動作に影響が生じる。つまり、図9に示すように、基板1の一面にセンサ用コンデンサCxとなる一対の電極パターン2、3を形成し、基板1の他面に回路パターン4を形成しているとすれば、各電極パターン2、3と回路パターン4との間に容量成分Cf1、Cf2が存在するから、等価的には図10に示す回路が共振回路11の中に形成されることになる。なお、図9では説明の都合でセンサ用コンデンサCxと容量成分Cf1、Cf2とを除いた部分を共振回路11として示してあるが、実際にはセンサ用コンデンサCxおよび

(3)

特開2001-21520

3

容量成分 $Cf1$ 、 $Cf2$ は共振回路11に含まれる。

【0006】ここで、共振回路11として、図11に示す構成を有したクラップ形共振回路を用いるものとする。この共振回路11では、センサ用コンデンサ Cx にインダクタンス素子 L が直列接続され、センサ用コンデンサ Cx とインダクタンス素子 L との直列回路に2個のコンデンサ $C1$ 、 $C2$ の直列回路が並列接続される。また、コンデンサ $C1$ は駆動素子としてのトランジスタ Q のエミッタとベースとの間に接続され、コンデンサ $C2$ には抵抗 $R1$ が並列接続される。さらに、トランジスタ Q にはバイアス用の抵抗 $R2$ 、 $R3$ が接続される。抵抗 $R1$ 、 $R3$ とコンデンサ $C2$ とインダクタンス素子 L との各一端は回路グラウンドに接続され共振回路11の接地電位に保たれる。また、インダクタンス素子 L にはコンデンサ Cp が並列接続される。このように、トランジスタ Q と抵抗 $R1 \sim R3$ により構成される増幅器の入力端にセンサ用コンデンサ Cx とコンデンサ $C1$ との接続点が接続され、コンデンサ $C1$ 、 $C2$ の接続点が増幅器の出力端に接続される。ここに、コンデンサ $C1$ 、 $C2$ 、 Cp は配線間容量やトランジスタ Q の端子間容量の影響を軽減するために設けられている。

【0007】ところで、上述した容量成分 $Cf1$ 、 $Cf2$ は共振回路11の出力周波数を決定するセンサ用コンデンサ Cx の周囲に存在するから、共振回路11の出力周波数に影響することになる。つまり、回路パターン4の設計において容量成分 $Cf1$ 、 $Cf2$ を考慮しなければならず、回路パターン4に変更があると共振回路11の出力周波数が大きく変化することになる。しかも、センサ用コンデンサ Cx と共振回路11のどの部位との間に容量成分 $Cf1$ 、 $Cf2$ が存在するかは電極パターン2、3と回路パターン4との位置関係によるから、回路パターン4の設計は重要であって、容量成分 $Cf1$ 、 $Cf2$ が十分に管理されていないと測定誤差につながる。

【0008】本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、基板の一面にセンサ用コンデンサの電極パターンを形成し他面に回路パターンを形成した構成を採用しながらも回路パターンの変更による共振回路の出力周波数の変化がなく回路パターンの設計を容易にした静電容量式水分量センサを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、水分量を測定する対象物に近接配置されるセンサ用コンデンサと、前記対象物の水分量に応じたセンサ用コンデンサの静電容量の変化に応じて出力周波数が変化する共振回路と、共振回路の出力周波数に応じた電圧を出力する周波数-電圧変換回路と、センサ用コンデンサを形成する電極パターンが一面に形成されるとともに他面に共振回路および周波数-電圧変換回路の回路パターンが形成された絶縁材料からなる基板とを備え、前記基板内には電極パターンと回路パターンを形成した面との間に介在す

4

るとともに共振回路において出力周波数への影響の少ない部位に電気的に接続された中間導電層が配置されて成るものである。

【0010】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記共振回路が、センサ用コンデンサと直列接続されるインダクタンス素子と、インダクタンス素子に並列接続された第1のコンデンサと、センサ用コンデンサとインダクタンス素子との直列回路に並列接続される第2および第3のコンデンサの直列回路と、センサ用コンデンサと第2のコンデンサとの接続点が入力端に接続され第2および第3のコンデンサの接続点が出力端に接続される増幅器とからなり、インダクタンス素子と第3のコンデンサとの接続点電位を接地電位とするクラップ形共振回路であることを特徴とするものである。

【0011】請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記中間導電層が前記共振回路の接地電位に保たれるものである。

【0012】請求項4の発明は、請求項2の発明において、2個の中間導電層を有し、第1の中間導電層を前記共振回路の接地電位に保ち、第2の中間導電層を前記増幅器の出力端に接続するようにし、電極パターンと第1の中間導電層との間の容量成分を第1のコンデンサとして用い、電極パターンと第2の中間導電層との間の容量成分を第2のコンデンサとして用いるものである。

【0013】請求項5の発明は、請求項2の発明において、3個の中間導電層を有し、第1の中間導電層を前記共振回路の接地電位に保ち、第2の中間導電層を前記増幅器の出力端に接続し、第3の中間導電層を第2の中間導電層と回路パターンが形成された面との間に配置して前記共振回路の接地電位に保つようにし、電極パターンと第1の中間導電層との間の容量成分を第1のコンデンサとして用い、電極パターンと第2の中間導電層との間の容量成分を第2のコンデンサとして用い、第2の中間導電層と第3の中間導電層との間の容量成分を第3のコンデンサとして用いるものである。

【0014】請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5の発明において、センサ用コンデンサが、第1の電極パターンの周囲を全周に亘って第2の電極パターンにより囲んだ形で形成されているものである。

【0015】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）本実施形態で説明する静電容量式水分量センサの基本構成は、図3に示す通りであって、出力周波数を決定する要素としてセンサ用コンデンサ Cx を備えた共振回路（説明の都合上でセンサ用コンデンサ Cx を共振回路11と略別に表記しているが、センサ用コンデンサ Cx は実際には共振回路11に含まれる）11と、共振回路11の出力周波数に応じた電圧を出力する周波数-電圧変換回路12とを備える。また、周波数-電圧変換回路12から出力される電圧は、出力回路13において所望の出力形態に変

(4)

特開2001-21520

5

6

換される。

【0016】周波数-電圧変換回路12としてはPLL回路を用いており、発振回路11の出力は位相比較器14において電圧制御発振器(VCO)15の出力と比較され、位相差に応じた誤差電圧が取り出される。ローパスフィルタ(LPF)16では位相比較器14から出力された誤差電圧のうち低周波成分を抽出して、電圧制御発振器15の制御電圧とするのであり、結果的に電圧制御発振器15は発振回路11の出力との位相差を減少させる方向に出力周波数を変化させる。したがって、ローパスフィルタ16から出力される誤差電圧は位相比較器14に入力される発振回路11の出力周波数に対応することになる。つまり、PLL回路を周波数-電圧変換回路12として用いることができる。

【0017】ところで、発振回路11としては、図4のようにクラップ形発振回路を用いている。この発振回路11の構成は従来技術として説明したものと同一である。つまり、センサ用コンデンサCxにインダクタンス素子Lが直列接続され、センサ用コンデンサCxとインダクタンス素子Lとの直列回路に2個のコンデンサC1、C2の直列回路が並列接続されている。コンデンサC2の一端とインダクタンス素子Lの一端とは回路グラウンドに接続され、コンデンサC1の一端とセンサ用コンデンサCxの一端とはトランジスタQのベースに接続される。コンデンサC1、C2の接続点はトランジスタQのエミッタに接続され、トランジスタQのエミッタは抵抗R1を介して回路グラウンドに接続される。さらに、トランジスタQのベースにはバイアス用の抵抗R2、R3の接続点が接続される。つまり、抵抗R2、R3の直列回路の両端は電源に接続される。インダクタンス素子LにはコンデンサCpが並列接続され、トランジスタQのコレクタには高周波バイパス用のコンデンサC3の一端が接続される。要するに、センサ用コンデンサCxとインダクタンス素子LとコンデンサC1、C2、Cpとからなる帰還回路と、トランジスタQおよび抵抗R1~R3からなる増幅器とにより正帰還ループが形成されてい*

$$f_0 = 1/2\pi [L \{C_p + (C_x \# C_1 \# C_2)\}]^{1/2}$$

ここで、コンデンサC1、C2はトランジスタQの端子間容量の影響を受けないように大きい値とし、かつC1、C2 > Cxに設定する。したがって、Cx # C1 # C2 ≒ Cxになる(ただし、Cx # C1 # C2は、コンデンサCx、C1、C2の直列回路の合成容量)。その結果、上式は次式のように近似できる。

$$f_0 \approx 1/2\pi [L (C_p + C_x)]^{1/2}$$

上式から明らかなように発振回路11の出力周波数f0はコンデンサCpとセンサ用コンデンサCxとによりほぼ決定されることになる。

【0021】一方、容量成分Cd1、Cd2が存在する場合の発振回路11の出力周波数fは、次式で表される。f = 1/2π [L [Cp + Cd1 + {Cx # (C1

*る。言い換えると、センサ用コンデンサCxとコンデンサC1との接続点が増幅器の入力端に接続され、コンデンサC1、C2の接続点が増幅器の出力端に接続されることになる。

【0018】センサ用コンデンサCxは図3に示した回路とともに両面印刷配線基板上に設けられる。つまり、図2(a)に示すように、絶縁材料よりなる基板1の一面にセンサ用コンデンサCxを形成する一対の電極パターン2、3が形成され、他面には図3に示した回路を構成する部品5を表面実装する回路パターン(図1参照)4が形成される。電極パターン2は図2(b)のように円形に形成され、電極パターン3は電極パターン2の周囲を全周にわたって囲むように円環状に形成されている。また、電極パターン2と電極パターン3とは中心を一致させて同心円状に配置されている。両電極パターン2、3の間には間隙が形成され、電極パターン2、3の間に生じる静電容量がセンサ用コンデンサCxとして用いられる。ここに、中央側の電極パターン2がトランジスタQのベースに接続される。

【0019】ところで、本実施形態では、図1に示すように、基板1において電極パターン2、3と回路パターン4を形成している面との間に中間導電層6を設け、中間導電層6を回路グラウンドに接続して接地電位に保っている。このように回路グラウンドに接続した中間導電層6を設けたことによって、電極パターン2、3と中間導電層6との間にそれぞれ存在する容量成分Cd1、Cd2は、図4に破線で示すように、インダクタンス素子LとコンデンサC1、C2の直列回路とにそれぞれ並列接続されることになる。従来技術として説明したように、コンデンサC1、C2、Cpは配線容量やトランジスタQの端子間容量の影響を低減するために設けられており、容量成分Cd1、Cd2はこれらと並列に接続されるから、発振回路11の出力への影響が少ないものである。

【0020】この点について数式を用いて説明する。容量成分Cd1、Cd2が存在しない場合の発振回路11の出力周波数f0は、次式で表される。

$$f_0 = 1/2\pi [L \{C_p + (C_x \# (C_1 \# C_2 + C_d2))\}]^{1/2}$$

ここで、Cx # (C1 # C2 + Cd2) ≒ Cxとなるから、発振回路11の出力周波数fは、次式のように近似できる。

$$f \approx 1/2\pi [L (C_p + C_d1 + C_x)]^{1/2}$$

すなわち、容量成分Cd1、Cd2が存在するときには、発振回路11の出力周波数fはコンデンサCpとセンサ用コンデンサCxと容量成分Cd1とによりほぼ決まることになる。ここで、Cp + Cx > Cd1に設定しておけば、発振回路11の出力周波数に対する容量成分Cd1の影響はほとんど無視できることになる。

【0022】上述のように、クラップ形発振回路を用いるとともに電極パターン2、3と中間導電層6との間の

(5)

特開2001-21520

7

8

容量成分C d 1、C d 2が、それぞれインダクタンス素子LおよびコンデンサC 1、C 2の直列回路に並列に接続される形としているから、発振回路11の出力周波数に対する容量成分C d 1、C d 2の影響をほぼ無視できるような定数設定が可能になるのである。

【0023】(第2の実施の形態) 第1の実施の形態で説明したように、電極パターン2、3と中間導電層6との間には容量成分C d 1、C d 2があり、各容量成分C d 1、C d 2の一端はセンサ用コンデンサC xの各一端にそれぞれ接続されるから、容量成分C d 1、C d 2を

10

発振回路11の構成要素として利用することが可能である。

【0024】本実施形態では図5に示すように、2つの中間導電層6 a、6 bを設け、電極パターン3と中間導電層6 aとの間の容量成分C d 1をコンデンサC pとして利用し、電極パターン2と中間導電層6 bとの間の容量成分C d 2をコンデンサC 1として利用する。すなわち、中間導電層6 aは回路グラウンドに接続されており、容量成分C d 1はインダクタンス素子Lに並列接続されることになってコンデンサC pとして利用することが

20

できる。また、中間導電層6 bは、回路パターン4においてトランジスタQのエミッタとコンデンサC 2の一端と抵抗R 1の一端との接続点に相当する部位(つまり、増幅器の出力端)に接続される。このことによって、容量成分C d 2はトランジスタQのベースとエミッタとの間に接続されることになり、コンデンサC 1として利用することができる。すなわち、図6に示すように、容量成分C d 1はインダクタンス素子Lに並列接続され、容量成分C d 2はコンデンサC 2と直列接続されるのである。

30

【0025】第1の実施の形態で説明したように、クラップ形発振回路では、 $C 1、C 2 \gg C x$ であればセンサ用コンデンサC xとコンデンサC pとにより出力周波数がほぼ決定されるから、 $C d 2 \gg C x > C p (=C d 1)$ と設定しておけば、容量成分C d 1、C d 2は出力周波数にはほとんど影響しない。しかも、本実施形態ではコンデンサC p、C 1を部品として必要としないから、部品点数が低減することになる。他の構成および動作は第1の実施の形態と同様である。

40

【0026】(第3の実施の形態) 第2の実施の形態では2個の内部導電層6 a、6 bを設けていたが、本実施形態では図7に示すように、3個の内部導電層6 a、6 b、6 cを設けている。内部導電層6 a、6 bは第2の実施の形態と同様であるが、内部導電層6 cは内部導電層6 bと回路パターン4を形成している面との間に配置されかつ回路グラウンドに接続される。このような内部導電層6 cを設けることによって、内部導電層6 bと内部導電層6 cとの間にも容量成分C d 3が生じる。内部導電層6 bは、第2の実施の形態と同様に、トランジスタQのエミッタとコンデンサC 1の一端と抵抗R 1の一端

50

との接続点に接続されているから、容量成分C d 3は抵抗R 1に並列に接続されていることになる。つまり、図8に示すように、容量成分C d 3はコンデンサC 2に相当する部位に接続されるから、コンデンサC 2に代えて容量成分C d 3を利用することができる。

【0027】本実施形態においても第2の実施の形態と同様に、 $C d 2、C d 3 \gg C x > C p (=C d 1)$ と設定しておけば、容量成分C d 1、C d 2、C d 3は出力周波数にはほとんど影響しない。しかも、コンデンサC 2に代えて容量成分C d 3を用いるから、第2の実施の形態よりも部品点数が一層低減する。他の構成および動作は第2の実施の形態と同様である。

【0028】

【発明の効果】請求項1の発明は、水分量を測定する対象物に近接配置されるセンサ用コンデンサと、対象物の水分量に応じたセンサ用コンデンサの静電容量の変化に応じて出力周波数が変化する発振回路と、発振回路の出力周波数に応じた電圧を出力する周波数-電圧変換回路と、センサ用コンデンサを形成する電極パターンが一面に形成されるとともに他面に発振回路および周波数-電圧変換回路の回路パターンが形成された絶縁材料からなる基板とを備え、基板内には電極パターンと回路パターンを形成した面との間に介在するとともに発振回路において出力周波数への影響の少ない部位に電気的に接続された中間導電層が配置されたものであり、基板において電極パターンを形成している面と回路パターンを形成している面との間に中間導電層を設けているから、電極パターンと中間導電層との間に容量成分が生じるものの、中間導電層を発振回路において出力周波数への影響が少ない部位に接続していることで容量成分の有無による出力周波数の変化はほとんど生じない。つまり、回路パターンの設計変更があっても発振回路の出力周波数がほとんど変化せず回路パターンの設計が容易になる。

【0029】請求項2の発明は、請求項1の発明において、発振回路が、センサ用コンデンサと直列接続されるインダクタンス素子と、インダクタンス素子に並列接続された第1のコンデンサと、センサ用コンデンサとインダクタンス素子との直列回路に並列接続される第2および第3のコンデンサの直列回路と、センサ用コンデンサと第2のコンデンサとの接続点が入力端に接続され第2および第3のコンデンサの接続点が出力端に接続される増幅器とからなり、インダクタンス素子と第3のコンデンサとの接続点電位を接地電位とするクラップ形発振回路とされたものであり、クラップ形発振回路を用いることによって、センサ用コンデンサの各一端に接続された容量成分が配線や増幅回路に存在する容量の温度変化などによる周波数変化を軽減するように構成し、容量成分が存在することにより発振回路の出力周波数がより安定する。

【0030】請求項3の発明は、請求項1または請求項

(5)

特開2001-21520

9

2の発明において、中間導電層が発振回路の接地電位に保たれるものであり、電極パターンと中間導電層との間に生じる容量成分が発振回路の出力周波数への影響が少ないものである。とくに、請求項2の発明のように発振回路としてクラップ形発振回路を用いる場合には、上述した位置の容量成分が発振回路の出力周波数の変動を抑制する要素として機能するから、発振回路の出力周波数の変動がより低減される。

【0031】請求項4の発明は、請求項2の発明において、2個の中間導電層を有し、第1の中間導電層を発振回路の接地電位に保ち、第2の中間導電層を増幅器の出力端に接続するようにし、電極パターンと第1の中間導電層との間の容量成分を第1のコンデンサとして用い、電極パターンと第2の中間導電層との間の容量成分を第2のコンデンサとして用いるものであり、容量成分が第1のコンデンサと第2のコンデンサとの機能をもち、発振回路の出力周波数の変動を抑制するのはもちろんのこと、第1のコンデンサと第2のコンデンサとが不要になり、部品点数の低減につながる。

【0032】請求項5の発明は、請求項2の発明において、3個の中間導電層を有し、第1の中間導電層を発振回路の接地電位に保ち、第2の中間導電層を増幅器の出力端に接続し、第3の中間導電層を第2の中間導電層と回路パターンが形成された面との間に配置して発振回路の接地電位に保つようにし、電極パターンと第1の中間導電層との間の容量成分を第1のコンデンサとして用い、電極パターンと第2の中間導電層との間の容量成分を第2のコンデンサとして用い、第2の中間導電層と第3の中間導電層との間の容量成分を第3のコンデンサとして用いるものであり、容量成分が第1のコンデンサと第2のコンデンサと第3のコンデンサとの機能をもち、発振回路の出力周波数の変動を抑制するのはもちろんのこと、第1のコンデンサと第2のコンデンサと第3のコンデンサとが不要になり、部品点数の低減につながる。

【0033】請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5の発明において、センサ用コンデンサが、第1の電極パターンの周囲を全周に亘って第2の電極パターンにより囲んだ形で形成されているものであり、第2の電極パターンが第1の電極パターンの周囲を全周に亘って囲んでいるから、電極パターンに対して対象物がどの方向か*

10

*ち近付く場合でも検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す断面図である。

【図2】(a)は同上の側面図、(b)は同上に用いるセンサ用コンデンサを示す平面図である。

【図3】同上のブロック図である。

【図4】同上に用いる発振回路の回路図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態を示す断面図である。

【図6】同上に用いる発振回路の回路図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態を示す断面図である。

【図8】同上に用いる発振回路の回路図である。

【図9】従来例を示す断面図である。

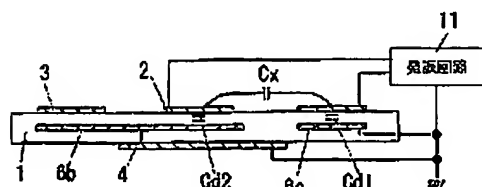
【図10】同上の等価回路図である。

【図11】同上に用いる発振回路の回路図である。

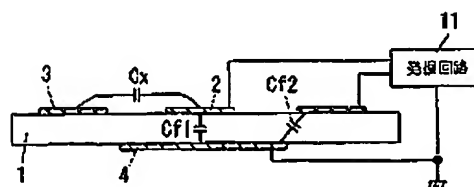
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 電極パターン
- 3 電極パターン
- 4 回路パターン
- 6 中間導電層
- 6a 中間導電層
- 6b 中間導電層
- 6c 中間導電層
- 11 発振回路
- 12 周波数-電圧変換回路
- C1 コンデンサ
- C2 コンデンサ
- Cd1 容量成分
- Cd2 容量成分
- Cd3 容量成分
- Cp コンデンサ
- Cx センサ用コンデンサ
- L インダクタンス素子
- Q トランジスタ
- R1 抵抗
- R2 抵抗
- R3 抵抗

【図5】



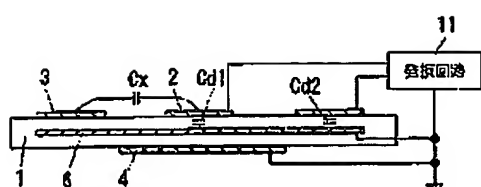
【図9】



(7)

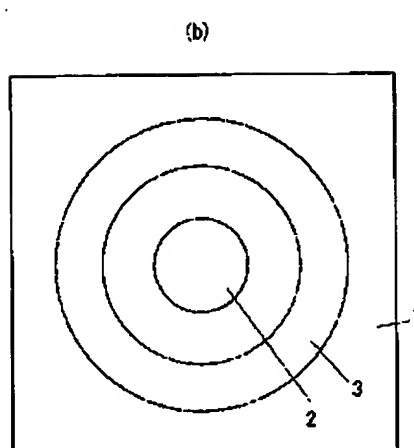
特開2001-21520

【図1】

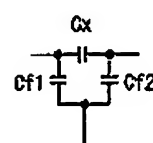


1 基板
2, 3 電極パターン
4 回路パターン
6 中心電極
11 差動回路
Cd1, Cd2 容量成分
Cx センサ用コンデンサ

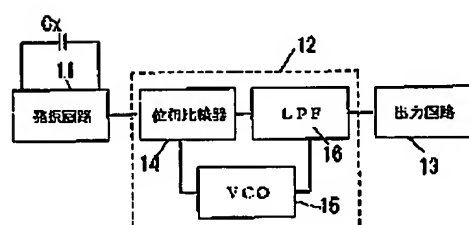
【図2】



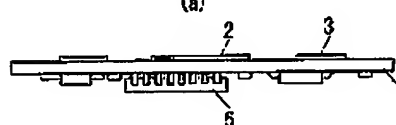
【図10】



【図3】

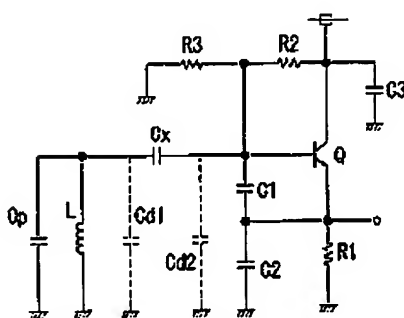
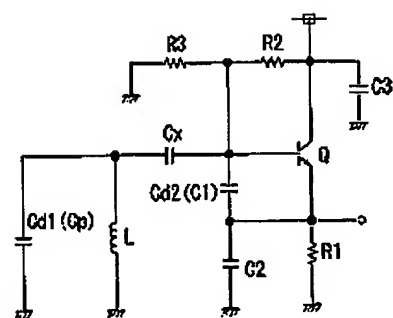


(a)

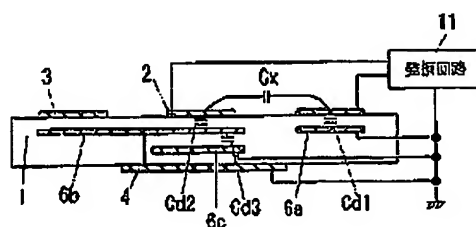


【図4】

【図6】



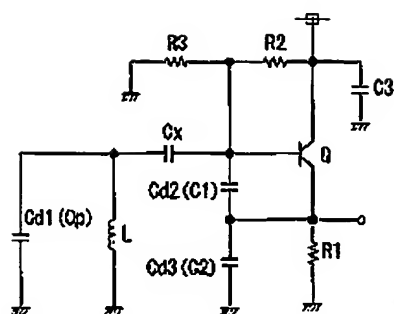
【図7】



(8)

特開2001-21520

【図8】



【図11】

